

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 44 23 023 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 04 B 53/08

②1 Aktenzeichen: P 44 23 023.0  
②2 Anmeldetag: 30. 6. 94  
④3 Offenlegungstag: 4. 1. 96

DE 44 23 023 A 1

⑦1 Anmelder:  
Brueninghaus-Hydromatik GmbH, 89275 Elchingen,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte Mitscherlich & Partner, 80331  
München

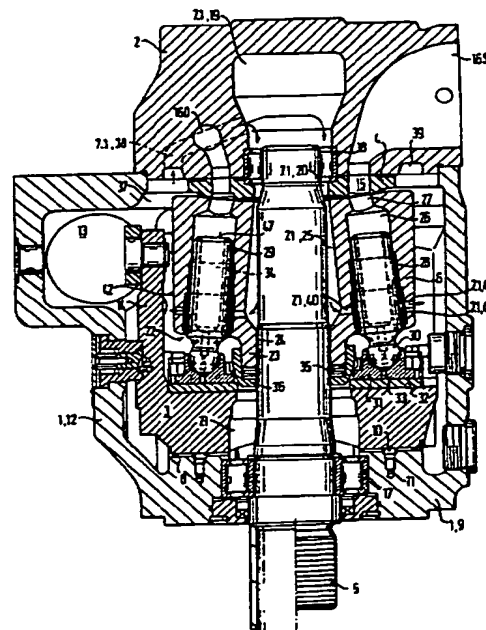
⑦2 Erfinder:  
Berthold, Heinz, 72160 Horb, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Axialkolbenmaschine mit einem Kühlkreislauf für die Zylinder und Kolben

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine mit einem Gehäuse (1), dessen Gehäuse-Innenraum einen Leckraum (37) umfaßt und eine Hubscheibe (3) sowie eine drehbar gelagerte Zylindertrommel (6) mit Zylindern (26, 28) und in diesen hin- und herbewegbaren Kolben (29) aufnimmt, deren aus den Zylindern (26, 28) herausragende Enden sich an der Hubscheibe (3) abstützen. Um bei Aufrechterhaltung des Wirkungsgrades der Axialkolbenmaschine Kolbenfresser zu vermeiden, ist erfindungsgemäß ein Kühlkreislauf (7.1 bis 7.4) vorgesehen, der umfaßt:

- einen an den Leckraum (37) angeschlossenen Leckfluid-Aufnahmeraum (25), der in dem von den Zylindern (26, 28) umgebenen Teil der Zylindertrommel (6) ausgebildet ist,
- Zulauf- und Ablaufkanäle (40, 41), die mit wenigstens einer radialen Komponente durch die Zylindertrommel (6) verlaufen und
- den Zylindern (26, 28) umlaufend zugeordnete Kühlbereiche (43, 44, 46), die über die Zulaufkanäle (40) an den Leckfluid-Aufnahmeraum (25) angeschlossen sind und über die Ablaufkanäle (41) an einer äußeren Begrenzungsfläche (42) der Zylindertrommel (6) in den Leckraum (37) ausmünden.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 11. 95 508 061/541

8/27

—ST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Axialkolbenmaschinen sind aus der Praxis bekannt. Insbesondere bei Schrägscheibenmaschinen enthält die jeden Kolben an der Schrägscheibe abstützende Normalkraft eine Radialkomponente, die wie auf einen in der Zylindertrommel eingespannten Balken auf den Kolben wirkt und diesen innerhalb des Zylinders verkantet. Dies führt insbesondere bei fehlender Kolbensmierung, wie sie etwa während der Anlaufphase auftritt, zur metallischen Berührung zwischen Kolben und Zylinderwandung mit der Folge entsprechender Erwärmung durch die auftretenden Reibkräfte und Gefahr des Fressens der Kolben.

Aus der DE-OS 14 03 754 ist eine Axialkolbenmaschine bekannt, bei der zum Zweck des Vermeidens der metallischen Berührung zwischen Kolben und Zylinder am Umfang jedes Zylinders oder des zugeordneten Kolbens Drucktaschen symmetrisch ausgebildet und über je eine Drossel sowie eine axiale Durchgangsbohrung im Kolben mit dem Arbeitsraum des Zylinders verbunden sind. Der Kolben wird durch das während des Kompressionshubes vom Arbeitsraum den Drucktaschen zuströmende, unter Hochdruck stehende Öl geschmiert und hydrostatisch entlastet und auf diese Weise zentrisch ohne Gefahr des Verkantens im Zylinder geführt. Die für diese hydrostatische Entlastung erforderliche Ölmenge fehlt im Arbeitskreislauf der Axialkolbenmaschine und führt somit zu einer Verringerung des Wirkungsgrades derselben.

Die gleichen Vorteile und Nachteile weist der in der DE-OS 18 04 529 beschriebene Axialkolbenmotor auf, bei dem in der Wandung jedes Zylinders eine umlaufende Nut ausgebildet ist, die über Anschlußkanäle in der Zylindertrommel und im Anschlußblock an die Hochdruckleitung einer diesen Axialkolbenmotor antreibenden Axialkolbenpumpe angeschlossen ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Axialkolbenmaschine der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß bei Aufrechterhaltung ihres Wirkungsgrades das Fressen der Kolben in den Zylindern verhindert wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen gattungsbildenden Merkmalen gelöst. Statt des Prinzips der aus dem Stand der Technik bekannten hydrostatischen Entlastung und Schmierung der Kolben basiert die erfindungsgemäße Lösung auf dem Prinzip der Kühlung der kritischen Stellen metallischer Berührung zwischen Kolben und Zylinder und kann somit nicht nur in ölbetriebenen Axialkolbenmaschinen, sondern auch in denjenigen eingesetzt werden, die für den Betrieb mit einem nichtschmierenden Fluid vorgesehen sind. Diese Kühlung erfolgt mittels eines Kühlkreislaufes, der an den Leckraum angeschlossen, das heißt völlig getrennt vom Arbeitskreislauf der Axialkolbenmaschine ist und auf diese Weise deren Wirkungsgrad nicht beeinträchtigt. Das Leckfluid im Leckraum weist seinen stärksten Kühleffekt in der Anlaufphase auf, wenn also die Gefahr der Kolbenfresser am größten ist, weil in dieser Phase seine Temperatur in etwa der umgebenden Raumtemperatur entspricht. Obwohl bei fortwährendem Betrieb der Axialkolbenmaschine das Leckfluid im Leckraum auf höhere Temperaturen erwärmt wird, reicht sein Kühleffekt aufgrund des dem Druckunterschied entsprechenden Temperaturunterschiedes gegenüber dem im Arbeitskreislauf unter Hochdruck stehenden Fluid

aus, der durch die inzwischen eingesetzte Kolbensmierung erheblich verringerten Gefahr der Kolbenfresser zu beugen.

In diesem Zusammenhang ist es möglich, eine Kühleinrichtung zum Kühlen des Leckfluids im Kühlkreislauf vorzusehen. Diese Kühleinrichtung kann in Form eines weiteren Leckfluid-Aufnahmeraums in einem an das Gehäuse angesetzten, Druck- und Saugkanal der Axialkolbenmaschine enthaltenden Anschlußblock ausgebildet sein.

Die Kühlbereiche sind vorzugsweise als Ringräume ausgebildet, die die Zylinder mit geringem radialen Abstand umgeben. Bei Axialkolbenmaschinen, die mit Öl betrieben werden, ist es vorteilhaft, die Kühlbereiche als Ringnuten in den Zylinderwandungen auszubilden, so daß das Lecköl nicht nur zur Kühlung, sondern gleichzeitig auch zur zusätzlichen Schmierung der Kolben dient. Die Anordnung und die Anzahl der Ringräume bzw. Ringnuten kann auf die jeweiligen Einsatzbedingungen der Axialkolbenmaschine abgestimmt werden. So kann es bei Axialkolbenmaschinen mit geringer Leistung ausreichend sein, jedem Zylinder einen einzigen Kühlbereich, vorzugsweise in dem der Hubscheibe zugewandten Endbereich der Zylindertrommel, zuzuordnen. An diesen oberen Kühlbereich kann im Falle des Ringkanals ein Verteilerkanal und im Falle der Ringnut eine Verteilernut angeschlossen sein, die den zugeordneten Zylinder im wesentlichen spiralförmig umgibt und an der der Hubscheibe zugewandten Stirnseite der Zylindertrommel ausmündet. Statt des erwähnten oberen Kühlbereichs kann auch ein unterer Kühlbereich verwendet werden, der im Bereich der Zylindertrommel oberhalb des Kolbenbodens bei unterer Totpunktlage des Kolbens ausgebildet ist.

Bei Axialkolbenmaschinen höherer und höchster Leistung sind vorzugsweise wenigstens ein oberer und ein unterer Kühlbereich vorgesehen, die durch einen Verteilerkanal bzw. einer Verteilernut miteinander verbunden sein können. In diesem Fall kann die Leckölströmung durch einen in einen der Kühlbereiche einmündenden Zulaufkanal und einen aus dem jeweils anderen Kühlbereich ausmündenden Ablaufkanal aufrechterhalten werden.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den verbleibenden Unteransprüchen.

Nachstehend ist die Erfindung anhand von vier Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 als erstes Ausführungsbeispiel eine Axialkolbenmaschine im Axialschnitt mit einem Kühlkreislauf zur Kühlung der Zylinder und Kolben in einer ersten Ausgestaltung;

Fig. 2 als zweites Ausführungsbeispiel die Axialkolbenmaschine nach Fig. 1 im Axialschnitt mit einem Kühlkreislauf in einer zweiten Ausgestaltung;

Fig. 3 als drittes Ausführungsbeispiel die Axialkolbenmaschine nach Fig. 1 im Axialschnitt mit einem Kühlkreislauf in einer dritten Ausgestaltung;

Fig. 4 als viertes Ausführungsbeispiel die Axialkolbenmaschine nach Fig. 1 im Axialschnitt mit einem Kühlkreislauf in einer vierten Ausgestaltung;

Fig. 5 einen Axialschnitt in schematischer Darstellung entlang der Linie V-V in Fig. 4, der die an den Kolben der Axialkolbenmaschine nach den Fig. 1 bis 4 wirkenden Kräfte zeigt.

Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Axialkolbenmaschine ist in Schrägscheibenbauweise mit verstellbarem Verdrängungsvolumen und einer Stromrichtung ausge-

schmierendes Fluid - nicht schmierendes Fluid  
= Öl als Betriebsmittel

führt und umfaßt in bekannter Weise als wesentliche Bauteile ein hohlzylindrisches Gehäuse 1 mit einem stirnseitig offenen Ende (oberes Ende in Fig. 1) einen am Gehäuse 1 befestigten, dessen offenes Ende verschließenden Anschlußblock 2, eine Hub- oder Schrägscheibe 3, einen Steuerkörper 4, eine Triebwelle 5, eine Zylindertrommel 6 und einen erfindungsgemäßen Kühlkreislauf 7.1 bis 7.4.

Die Schrägscheibe 3 ist als sogenannte Schwenkwiege mit halbzylindrischem Querschnitt (vergleiche Fig. 5) ausgebildet und stützt sich mit zwei, mit gegenseitigem Abstand parallel zur Schwenkrichtung verlaufenden Lagerflächen unter hydrostatischer Entlastung an zwei entsprechend geformten Lagerschalen 8 ab, die an der Innenfläche der dem Anschlußblock 2 gegenüberliegenden Gehäuse-Stirnwand 9 befestigt sind. Die hydrostatische Entlastung erfolgt in bekannter Weise über Drucktaschen 10, die in den Lagerschalen 8 ausgebildet sind und über Anschlüsse 11 mit Druckmittel versorgt werden. Eine in einer Ausbuchtung der zylindrischen Gehäusewandung 12 untergebrachte Stelleinrichtung 13 greift über einen sich in Richtung des Anschlußblocks 2 erstreckenden Arm 14 der Schrägscheibe 3 an und dient zum Verschwenken derselben um eine zur Schwenkrichtung senkrechte Schwenkachse.

Der Steuerkörper 4 ist an der dem Gehäuse-Innenraum zugewandten Innenfläche des Anschlußblocks 2 befestigt und mit zwei durchgehenden Öffnungen 15 in Form von nierenförmigen Steuerschlitzen versehen, die über einen Druckkanal 16D bzw. Saugkanal 16S im Anschlußblock 2 an eine nicht gezeigte Druck- und Saugleitung angeschlossen sind. Der Druckkanal 16D weist einen kleineren Strömungsquerschnitt als der Saugkanal 16S auf. Dem dem Gehäuse-Innenraum zugewandte und sphärisch ausgebildete Steuerfläche des Steuerkörpers 4 dient als Lagerfläche für die Zylindertrommel 6.

Die Triebwelle 5 ragt durch eine Durchgangsbohrung in der Gehäuse-Stirnwand 9 in das Gehäuse 1 hinein und ist mittels eines Lagers 17 in dieser Durchgangsbohrung sowie mittels eines weiteren Lagers 18 in einem engeren Bohrungsabschnitt einer endseitig erweiterten Sackbohrung 19 im Anschlußblock 2 und einem an diesen engeren Bohrungsabschnitt angrenzenden Bereich einer zentrischen Durchgangsbohrung 20 im Steuerkörper 4 drehbar gelagert. Die Triebwelle 5 durchsetzt im Inneren des Gehäuses 1 weiterhin eine zentrische Durchgangsbohrung 21 in der Schrägscheibe 3, deren Durchmesser entsprechend dem größten Schwenkausschlag der Schrägscheibe 3 bemessen ist, sowie eine zentrische Durchgangsbohrung in der Zylindertrommel 6 mit zwei Bohrungsabschnitten.

Einer dieser Bohrungsabschnitte ist in einer an der Zylindertrommel 6 angeformten, über deren der Schrägscheibe 3 zugewandte Stirnseite 22 hinausragenden hülsenförmigen Verlängerung 23 ausgebildet, über die die Zylindertrommel 6 mittels einer Keilnut-Verbindung 24 drehfest mit der Triebwelle 5 verbunden ist. Der verbleibende Bohrungsabschnitt ist mit konischem Verlauf ausgebildet; er verjüngt sich ausgehend von seinem Querschnitt größten Durchmessers nahe dem ersten Bohrungsabschnitt bis zu seinem Querschnitt kleinsten Durchmessers nahe der am Steuerkörper 4 anliegenden Stirn- oder Lagerfläche der Zylindertrommel 6. Der von der Triebwelle 5 und diesem konischen Bohrungsabschnitt definierte ringförmige Raum ist mit dem Bezugszeichen 25 bezeichnet.

Die Zylindertrommel 6 weist allgemein axial verlaufende, abgestufte Zylinderbohrungen 26 auf, die gleich-

mäßig auf einem zur Triebwellenachse coaxialen Teilkreis angeordnet sind, an der Zylindertrommel-Stirnseite 22 direkt und an der dem Steuerkörper 4 zugewandten Zylindertrommel-Lagerfläche über Mündungskanäle 27 auf dem gleichen Teilkreis wie die Steuerschlitze ausmünden. In die an der Zylindertrommel-Stirnseite 22 direkt ausmündenden Zylinderbohrungsabschnitte größeren Durchmessers ist je eine Laufbuchse 28 eingesetzt. Die Zylinderbohrungen 26 einschließlich der Laufbuchsen 28 sind hier als Zylinder bezeichnet. Innerhalb dieser Zylinder 26, 28 verschiebbar angeordnete Kolben 29 sind an ihren der Schrägscheibe 3 zugewandten Enden mit Kugelköpfen 30 versehen, die in Gleitschuhen 31 gelagert und über diese an einer an der Schrägscheibe 5 befestigten ringförmigen Gleitscheibe 32 hydrostatisch gelagert sind. Jeder Gleitschuh 31 ist an seiner der Gleitscheibe 32 zugewandten Gleitfläche mit je einer nicht gezeigten Drucktasche versehen, die über einer Durchgangsbohrung 33 im Gleitschuh 31 an einen abgestuften axialen Durchgangskanal 34 im Kolben 29 angeschlossen und auf diese Weise mit dem vom Kolben 29 in der Zylinderbohrung 26 abgegrenzten Arbeitsraum des Zylinders verbunden ist. In jedem axialen Durchgangskanal 34 ist im Bereich des zugeordneten Kugelkopfes 30 eine Drossel ausgebildet. Ein mittels der Keilnut-Verbindung 24 axial verschiebbar auf der Triebwelle 5 angeordneter und durch eine Feder 35 in Richtung der Schrägscheibe 3 beaufschlagter Niederhalter 36 hält die Gleitschuhe 31 in Anlage an die Gleitscheibe 32.

Der im Gehäuse-Innenraum von den darin aufgenommenen Bauteilen 3 bis 6 etc. nicht eingenommene Raum dient als Leckraum 37, der das im Betrieb der Axialkolbenmaschine durch sämtliche Spalte, wie zum Beispiel zwischen den Zylindern 26, 28 und den Kolben 29, dem Steuerkörper 4 und der Zylindertrommel 6, der Schrägscheibe 3 und der Gleitscheibe 32 sowie den Lagerschalen 8 etc., austretende Leckfluid aufnimmt.

Die Funktion der vorstehend beschriebenen Axialkolbenmaschine ist allgemein bekannt und in nachstehender Beschreibung bei Einsatz als Pumpe auf das wesentliche beschränkt.

Die Axialkolbenmaschine ist für den Betrieb mit Öl als Fluid vorgesehen. Über die Triebwelle 5 wird die Zylindertrommel 6 mitsamt den Kolben 29 in Drehung versetzt. Wenn durch Betätigung der Stelleinrichtung 13 die Schrägscheibe 3 in eine Schrägstellung (vergleiche Fig. 5) gegenüber der Zylindertrommel 6 verschwenkt ist, so vollführen sämtliche Kolben 29 Hubbewegungen; bei Drehung der Zylindertrommel 6 um 360° durchläuft jeder Kolben 29 einen Saug- und einen Kompressionshub, wobei entsprechende Ölströme erzeugt werden, deren Zu- und Abführung über die Mündungskanäle 27, die Steuerschlitze 15 und den Druck- und Saugkanal 16D, 16S erfolgen. Dabei läuft während des Kompressionshubs jedes Kolbens 29 Drucköl von dem betreffenden Zylinder 26, 28 über den axialen Durchgangskanal 34 und die Durchgangsbohrung 33 im zugeordneten Gleitschuh 31 in dessen Drucktasche und baut ein Druckfeld zwischen der Gleitscheibe 32 und dem jeweiligen Gleitschuh 31 auf, das als hydrostatisches Lager für letzteren dient. Ferner wird Drucköl über die Anschlüsse 11 den Drucktaschen 10 in den Lagerschalen 8 zur hydrostatischen Abstützung der Schrägscheibe 3 zugeführt.

Während des Kompressionshubs wird von der Schrägscheibe 3 auf jeden Gleitschuh 31 eine Normalkraft  $F_n$  ausgeübt, die bei vernachlässigbarer Reibung auf der Schrägscheibe 3 senkrecht steht. Diese Normal-

BEST AVAILABLE COPY

kraft wird im Kugelkolben 30 in eine Kolbenkraft  $F_k$  und eine Radial- oder Querkraft  $F_q$  zerlegt. Die Querkraft  $F_q$  wirkt im Kugelkopf 30 auf den Kolben 29 wie auf einen in der Zylindertrommel 6 eingespannten Balken, was die in Fig. 5 eingezeichneten, mit entsprechendem Wirkabstand entgegengesetzt gerichteten axialen Reaktionskräfte  $F_r$  hervorruft. Dadurch gelangt der Kolben 29 in metallische Berührung mit der Laufbuchse 28, wobei sehr hohe Flächenpressungen auftreten können, die die Ursache für entsprechend hohe Reibkräfte und damit Erwärmung an den Berührungsstellen sind. Dies kann bei herkömmlichen Axialkolbenmaschinen ohne den erfindungsgemäßen Kühlkreislauf 7.1 bis 7.4 insbesondere während der Anlaufphase, bei der noch keine ausreichende Kolbensmierung durch das Drucköl in den Zylindern 26, 28 vorhanden ist, zum Fressen der Kolben 29 und damit zu entsprechenden Beschädigungen derselben und der Zylinder 26, 28 führen.

Der erfindungsgemäße Kühlkreislauf 7.1 bis 7.4 ist an den Leckraum 37 angeschlossen und umfaßt den konischen Ringraum 25 (sogenannter Leckfluid-Aufnahmeraum), die Durchgangsbohrung 20 im Steuerkörper 4, die Sackbohrung 19 (sogenannter weiterer Leckfluid-Aufnahmeraum), eine diesen mit dem Leckraum 37 verbindende Anschlußleitung 38, die in einer umlaufenden Rinne 39 in der Innenfläche des Anschlußblocks 2 ausmündet, sowie den Zylindern 26, 28 umlaufend zugeordnete Kühlbereiche, die über Zulaufkanäle 40 an den konischen Ringraum 25 angeschlossen sind und über Ablaufkanäle 41 an der zylindrischen Begrenzungsfläche 42 der Zylindertrommel 6 in den Leckraum 37 ausmünden. Sämtliche Zulaufkanäle 40 münden in den konischen Ringraum 25 an dessen Querschnitt größten Durchmessers ein und verlaufen ebenso wie sämtliche Ablaufkanäle 41 im wesentlichen radial durch die Zylindertrommel 6.

In der Ausgestaltung nach Fig. 1 ist jedem Zylinder 26, 28 ein Kühlbereich in Form eines Ringraumes 43 zugeordnet, der als umlaufende Nut in der Wandung des Zylinderbohrungs-Abschnitts größeren Durchmessers ausgebildet und von der Laufbuchse 28 abgedeckt ist. Der Ringraum 43 erstreckt sich von nahe dem Ausmündungsbereich der Zylinderbohrung 26 über etwa zwei Drittel der Länge derselben in Richtung der Mündungskanäle 27 und stellt somit einen der oberen Totpunktlage des Kolbens 29 zugeordneten oberen Kühlbereich dar. Je ein Zulaufkanal 40 und ein Ablaufkanal 41 münden etwa mittig in den Ringraum 43 ein und verlaufen koaxial zueinander.

Die im Betrieb der Axialkolbenmaschine bei Drehung der Triebwelle 5 und der Zylindertrommel 6 auftretenden Zentrifugalkräfte setzen das im Ringraum 25 befindliche Lecköl unter einen geringen Überdruck, der eine Leckölströmung über die Zulaufkanäle 40, die Ringräume 43 und die Ablaufkanäle 41 zum Leckraum 37 und von diesem aus über die Anschlußleitung 38, die Sackbohrung 19 und die Durchgangsbohrung 20 zurück in den Ringraum 25 verursacht. Dabei wird die Geschwindigkeitsenergie des strömenden Lecköls in dem sich in Strömungsrichtung erweiternden und dadurch eine Diffusorwirkung aufweisenden Ringraum 25 in Druck umgewandelt, die die Strömungsgeschwindigkeit im Kühlkreislauf 7.1 erhöht. Die insbesondere beim Ausschwenken der Axialkolbenpumpe auf größtes Fördervolumen (entsprechend der größten Schrägstellung der Schrägscheibe 3) durch die entsprechend hohen Reaktionskräfte  $F_r$  erzeugte Wärme wird zum erheblichen

Teil durch das in den Ringräumen 43 um die Laufbuchsen 28 strömende Lecköl in den Leckraum 37 abtransportiert. Da dem Druckunterschied von maximal nahezu 400 bar zwischen dem von der Axialkolbenmaschine geförderten, unter Hochdruck stehenden Drucköl und dem Lecköl im Leckraum 37 ein Temperaturunterschied von etwa 7°C pro 100 bar entspricht, werden die kritischen Stellen der metallischen Berührung zwischen den Kolben 29 und den Laufbuchsen 28 effektiv gekühlt und somit das Fressen der Kolben 29 verhindert. Bei fortwährendem Betrieb der Axialkolbenmaschine wird das sich erwärmende Lecköl im Leckraum 37 beim Durchströmen der Sackbohrung 19 im Anschlußblock 2 gekühlt, da dieser der Raumtemperatur ausgesetzt und somit kühler als das Lecköl im Leckraum 37 ist. Durch entsprechende Ausbildung des Anschlußblocks 2 und der Sackbohrung 19 sowie gegebenenfalls zusätzliche Kühlung derselben durch ein separates Kühlmittel kann das Lecköl im Kühlkreislauf 7.1 auf entsprechend niedrigen Temperaturen gehalten werden. Der Kühlkreislauf 7.1 dient wegen fehlender Verbindung mit den Zylindern 26, 28 (aufgrund der geschlossenen Ringräume 43) ausschließlich als Kühlkreislauf. Da die vorbeschriebene Axialkolbenmaschine für den Betrieb mit Öl vorgesehen ist, kann der Kühlkreislauf 7.1 zusätzlich eine Schmierfunktion übernehmen, wenn beispielsweise die Ringräume 43 über entsprechende Bohrungen durch die Laufbuchsen 28 mit den Zylindern 26, 28 in Verbindung stehen. Die mit dem Kühlkreislauf 7.1 ausgerüstete Axialkolbenmaschine ist aufgrund der Anordnung der Ringräume 43 im Ausmündungsbereich der Zylinder 26, 28 für mittlere Leistungen ausgelegt.

Der Kühlkreislauf 7.2 nach Fig. 2 unterscheidet sich bei ansonsten gleicher Konstruktion und Kühlfunktion von demjenigen nach Fig. 1 dadurch, daß seine Kühlbereiche die Form von Ringnuten 44 aufweisen, die in den Laufbuchsen 28 ausgebildet und zum Inneren der Zylinder 26, 28 hin offen sind. Die mit dem Kühlkreislauf 7.2 ausgerüstete Axialkolbenmaschine ist aufgrund der im Vergleich zu den Ringräumen 43 geringeren axialen Breite der Ringnuten 44 für geringere Leistungen als die Axialkolbenmaschine nach Fig. 1 ausgelegt und übernimmt gleichzeitig eine zusätzliche Schmierung der Kolben 29.

Der Kühlkreislauf 7.3 nach Fig. 3 unterscheidet sich bei ansonsten gleicher Konstruktion und Funktion von demjenigen nach Fig. 2 dadurch, daß an jede Ringnut 44 eine Verteilernut 45 angeschlossen ist, die in der Laufbuchse 28, diese spiralförmig umgebend, ausgebildet ist und an der Stirnseite 22 der Zylindertrommel 6 ausmündet. Der Wirkungsbereich der Ringnuten 44 hinsichtlich der Kühlung und Schmierung wird durch das aus ihnen über die Verteilernuten 45 in den Leckraum 37 strömende Lecköl bis zur Ausmündung der Zylinder 26, 28 erweitert.

Der Kühlkreislauf 7.4 nach Fig. 4 umfaßt je Zylinder 26, 28 den in Fig. 1 dargestellten oberen Ringraum 43, allerdings mit geringerer axialer Breite, und einen weiteren, unteren Ringraum 46 gleicher Abmessungen, der im unteren Endbereich der Laufbuchse 28, das heißt im Bereich des Zylinders 26, 28 oberhalb des Kolbenbodens 47 bei unterer Totpunktlage des Kolbens 29 ausgebildet ist. An den oberen Ringraum 43 ist ein Zulaufkanal 40 und an den unteren Ringraum 46 ein Ablaufkanal 41 angeschlossen. Zur Aufrechterhaltung der Leckölströmung ist ein Verteilerkanal 48 vorgesehen, der die beiden Ringräume 43, 46 miteinander verbindet. Der Kühlkreislauf 7.4 nach Fig. 4 steht ebenso wie derjenige

nach Fig. 1 nicht in Verbindung mit den Zylindern 26, 28 und hat somit lediglich die Funktion einer Kühlung. Da diese Kühlung an den beiden kritischen Stellen metallischer Berührung zwischen Kolben 29 und Laufbuchse 28 sowie dem dazwischenliegenden Bereich erfolgt, ist der Kühlkreislauf 7.4 für Axialkolbenmaschinen sehr hoher Leistung vorgesehen. Dieser Kühlkreislauf kann für Axialkolbenmaschinen höchster Leistung Verwendung finden, wenn die Ringräume 43, 46 und gegebenenfalls der Verteilerkanal 48 über entsprechende Bohrungen durch die Laufbuchsen 28 mit den Zylindern 26, 28 in Verbindung stehen. Der gleiche Effekt wird erzielt, wenn die Ringräume 43, 46, der Verteilerkanal 48 und die genannten Bohrungen durch Ringnuten und Verteilernuten nach Fig. 3 ersetzt werden.

Die vorgenannten Ausgestaltungen der Kühlbereiche sind beispielhaft und können in Anpassung an die jeweiligen Einsatzbedingungen geändert werden. So ist es beispielsweise möglich, im Kühlkreislauf nach Fig. 4 beide Ringräume bzw. Ringnuten an je einen Zulaufkanal und einen Ablaufkanal anzuschließen und den Verteilerkanal bzw. die Verteilernut wegzulassen.

Die Erfindung kann auch in Schrägachsenmaschinen verwirklicht werden, da auch hier die Kolben in den Zylindern verkantende Radialkräfte auftreten können, und zwar aufgrund einer Schrägstellung der Kolben bzw. Kolbenstangen als Folge von Abweichungen zwischen dem als Ellipse erscheinenden Teilkreis der Kugelsitze in der Triebseibe und dem Teilkreis der Zylinder.

#### Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine mit einem Gehäuse (1), dessen Gehäuse-Innenraum einen Leckraum (37) umfaßt und eine Hubscheibe (3) sowie eine drehbar gelagerte Zylindertrommel (6) mit Zylindern (26, 28) und in diesen hin- und herbewegbaren Kolben (29) aufnimmt, deren aus den Zylindern (26, 28) herausragende Enden sich an der Hubscheibe (3) abstützen, gekennzeichnet durch einen Kühlkreislauf (7.1 bis 7.4), der umfaßt:

- einen an den Leckraum (37) angeschlossenen Leckfluid-Aufnahmeraum (25), der in dem von den Zylindern (26, 28) umgebenen Teil der Zylindertrommel (6) ausgebildet ist,
- Zulauf- und Ablaufkanäle (40, 41), die mit wenigstens einer radialen Komponente durch die Zylindertrommel (6) verlaufen und
- den Zylindern (26, 28) umlaufend zugeordnete Kühlbereiche (43, 44, 46), die über die Zulaufkanäle (40) an den Leckfluid-Aufnahmeraum (25) angeschlossen sind und über die Ablaufkanäle (41) an einer äußeren Begrenzungsfläche (42) der Zylindertrommel (6) in den Leckraum (37) ausmünden.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Leckfluid-Aufnahmeraum (25) in Strömungsrichtung bis zum Ausmündungsbereich der Zulaufkanäle (40) zu den Kühlbereichen (43, 44, 46) in Art eines Diffusors erweitert.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Kühleinrichtung (19) zum Kühlen des Leckfluids im Kühlkreislauf (7.1 bis 7.4).

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung (19) in Form eines weiteren Leckfluid-Aufnahmeraums in

einem an das Gehäuse (1) angesetzten, Druck- und Saugkanal (16D, 16S) der Axialkolbenmaschine enthaltenden Anschlußblock (2) ausgebildet ist.

5. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß beide Leckfluid-Aufnahmeräume (19, 25) koaxial zueinander verlaufen und miteinander in Verbindung stehen, und daß die Zylindertrommel (6) drehfest auf einer Triebwelle (5) angeordnet ist, die zumindest den Leckfluid-Aufnahmeraum (25) in der Zylindertrommel (6) durchsetzt.

6. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlbereiche als Ringräume (43, 46) ausgebildet sind, die die Zylinder (26, 28) mit geringem radialen Abstand umgeben.

7. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlbereiche als Ringnuten (44) in den Wandungen der Zylinder (26, 28) ausgebildet sind.

8. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß an jeden Kühlbereich (44) eine Verteilernut (45) bzw. ein Verteilerkanal angeschlossen ist, die bzw. der den zugeordneten Zylinder (26, 28) im wesentlichen spiralförmig umgibt und an der der Hubscheibe (3) zugewandten Stirnseite (22) der Zylindertrommel (6) ausmündet.

9. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Zylinder wenigstens ein oberer Kühlbereich (43) in dem der Hubscheibe (3) zugewandten Endbereich der Zylindertrommel (6) und/oder in deren Bereich oberhalb des Kolbenbodens (47) bei unterer Totpunktlage des Kolbens (29) ein unterer Kühlbereich (46) zugeordnet ist.

10. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Verteilerkanal (48) bzw. eine weitere Verteilernut den unteren und den oberen Kühlbereich (43, 46) miteinander verbindet.

11. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß einem der beiden Kühlbereiche (43) wenigstens ein Zulaufkanal (40) und dem anderen Kühlbereich (46) wenigstens ein Ablaufkanal (41) zugeordnet ist.

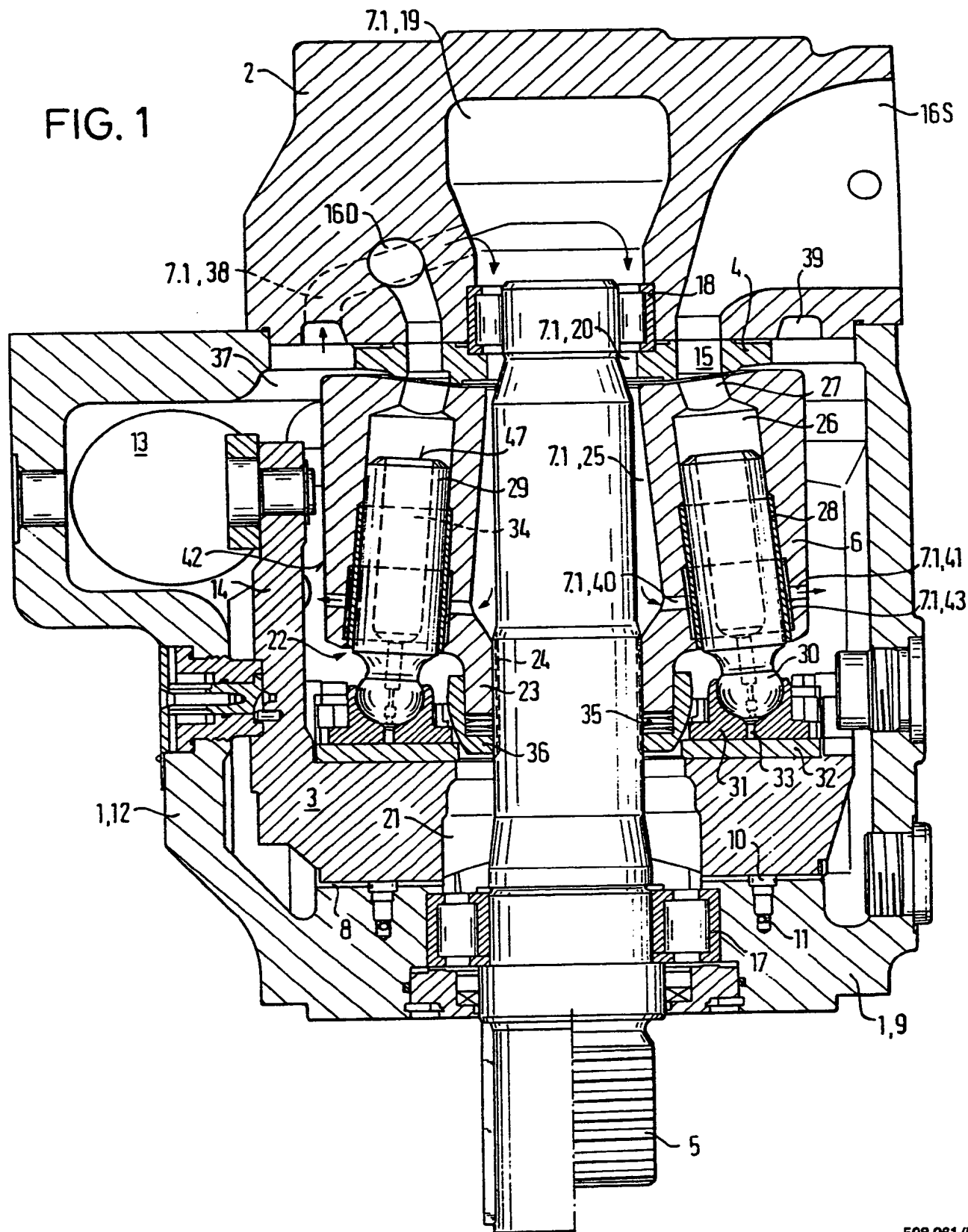
12. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Kühlbereich (43, 44) wenigstens ein Zulaufkanal (40) und ein Ablaufkanal (41) zugeordnet ist.

13. Axialkolbenmaschine nach wenigstens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Zulaufkanäle (40) und die Ablaufkanäle (41) im wesentlichen radial verlaufen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

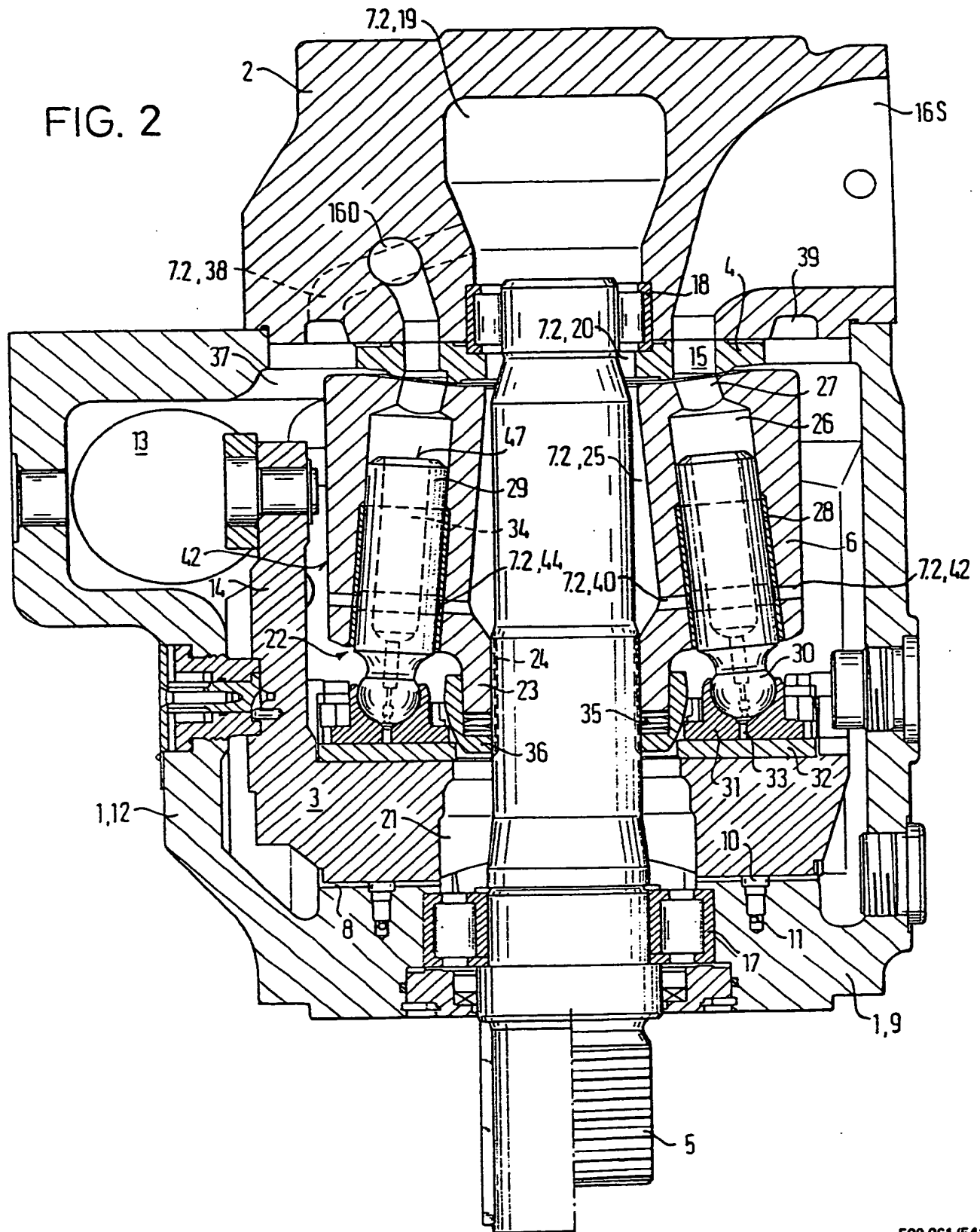
FIG. 1



508 081/541

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 2



508 061/541

**BEST AVAILABLE COPY**

FIG. 3

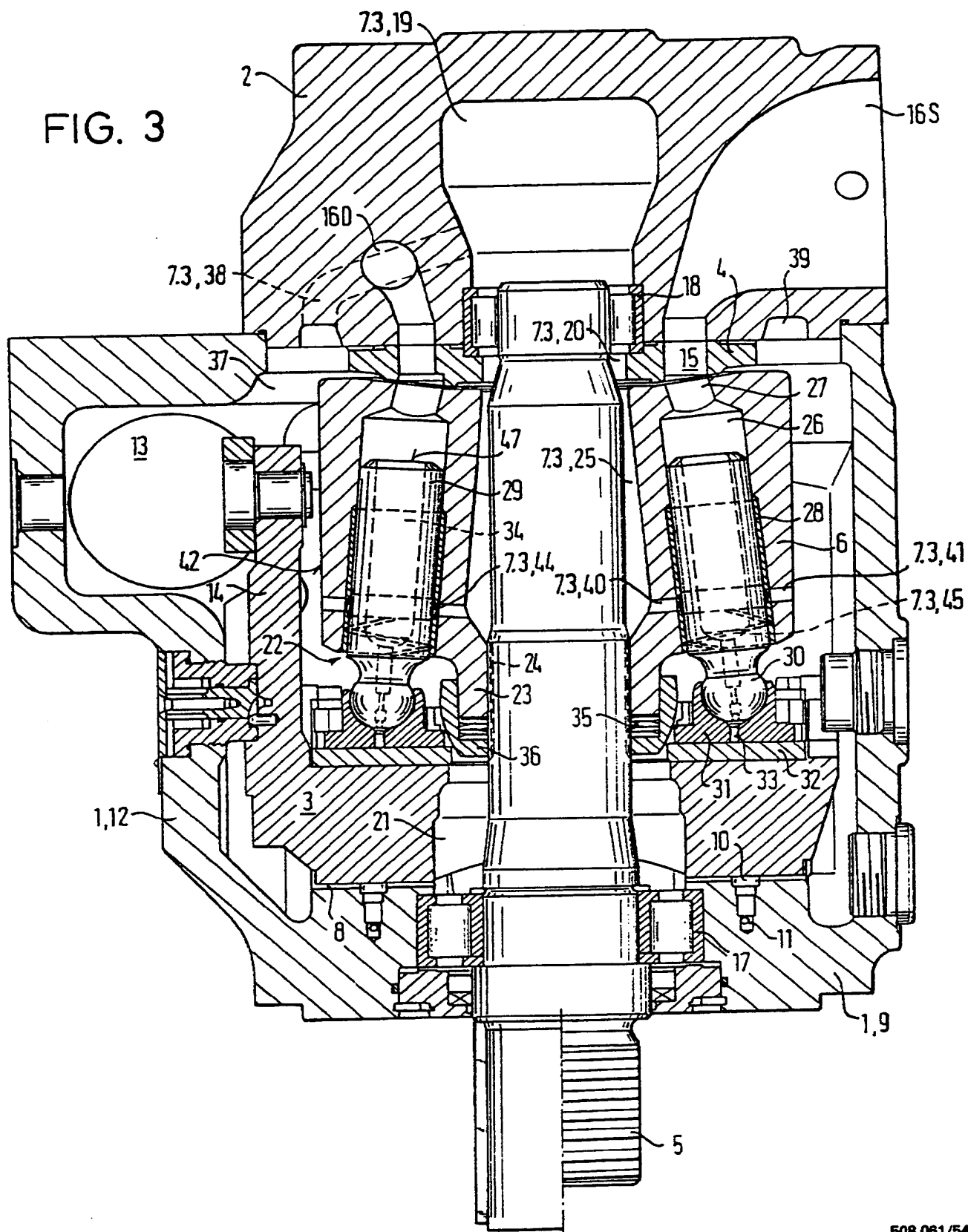
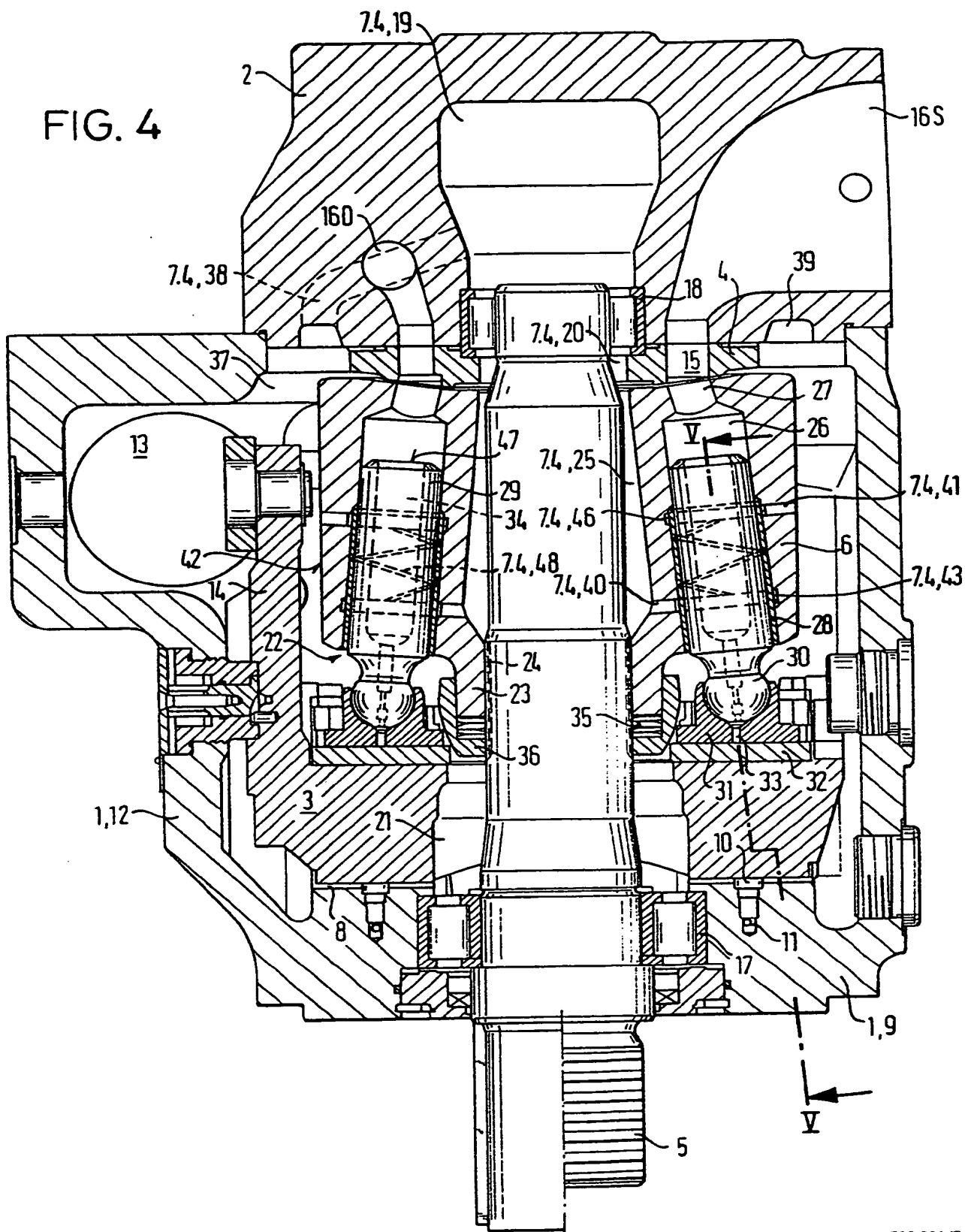




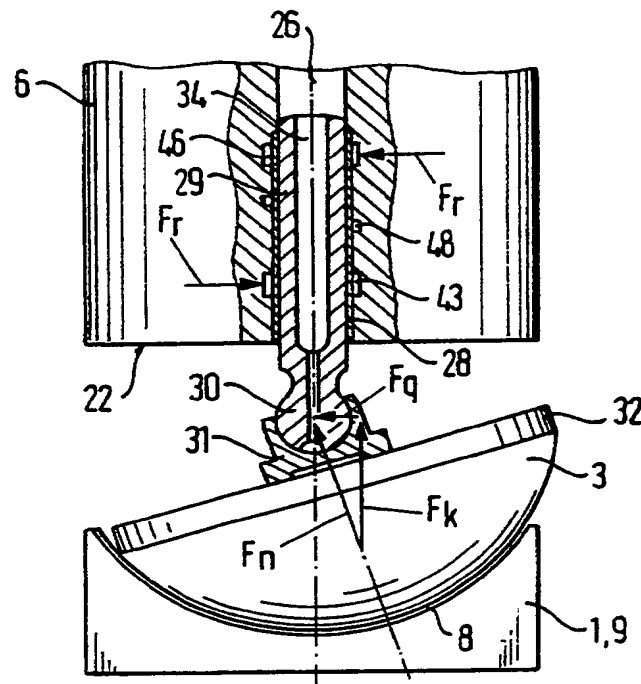
FIG. 4



508 061/541

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)